

PAT-NO: JP02000011323A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000011323 A

TITLE: THIN FILM MAGNETIC HEAD

PUBN-DATE: January 14, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJITA, SEIJI	N/A
FURUICHI, SHINJI	N/A
SASAKI, GAKUO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI METALS LTD	N/A

APPL-NO: JP10167841

APPL-DATE: June 16, 1998

INT-CL (IPC): G11B005/31

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a thin film magnetic head which can reduce time constant and enable writing with a higher frequency by reducing specific resistance of a thin film coil and making an insulating resin layer between the thin film coils and between layers thereof smaller.

**SOLUTION:** In the thin film magnetic head having a lower magnetic pole 13, an upper magnetic pole 16 and thin film coils 41, 42 wound around between the magnetic poles, average crystal grain size of copper crystalline particles constituting the thin film coils 41, 42 is made to be  $\leq 0.5 \mu\text{m}$ . The average crystal grain size is preferably  $\leq 0.2 \mu\text{m}$ . Further in the thin film magnetic head, surface roughness of the thin film coils 41, 42 can be made to be  $\leq 15 \text{ nm}$ .

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-11323  
(P2000-11323A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

F 5 D 0 3 3

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-167841

(22) 出願日 平成10年6月16日 (1998.6.16)

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社  
東京都港区芝浦一丁目2番1号

(72) 発明者 藤田 清治

栃木県真岡市松山町18番地 日立金属株式  
会社電子部品事業部内

(72) 発明者 古市 良治

栃木県真岡市松山町18番地 日立金属株式  
会社電子部品事業部内

(74) 代理人 100074848

弁理士 森田 寛

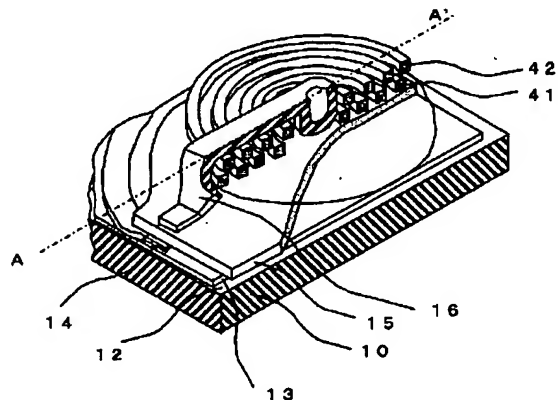
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 薄膜コイルの比抵抗を小さくするとともに、薄膜コイルの間および層間の絶縁樹脂層を小さくすることによって、時定数を小さくできて、より大きな周波数での書き込みが可能となる薄膜磁気ヘッドを得る。

【解決手段】 下部磁極と上部磁極とこれらの磁極の間に巻回されている薄膜コイルとを保持している薄膜磁気ヘッドにおいて、薄膜コイルを構成している銅の結晶粒子の平均結晶粒径が $0.5\mu\text{m}$ 以下とした。この平均結晶粒径が $0.2\mu\text{m}$ 以下であることはより好ましい。またこの薄膜磁気ヘッドは、薄膜コイルの表面粗さが $15\text{nm}$ 以下とすることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部磁極と上部磁極とこれらの磁極の間に巻回されている薄膜コイルとを有している薄膜磁気ヘッドにおいて、薄膜コイルを構成している銅の結晶粒子の平均結晶粒径が $0.5\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 請求項1記載のものにおいて、薄膜コイルを構成している銅の結晶粒子の平均結晶粒径が $0.2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 請求項1あるいは2記載のものにおいて、薄膜コイルの表面粗さが $15\text{nm}$ 以下であることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気ディスク装置などで情報の記録及び再生に用いられる薄膜磁気ヘッドに関し、特に下部磁極と上部磁極の間に少なくとも一層の巻回されている薄膜コイルを構成している銅の結晶粒子の大きさを微細にすることにより、その電気抵抗を軽減し、合わせて薄膜コイルの間隔を小さくすることができるようにした薄膜磁気ヘッドに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】記録再生分離型磁気ヘッドは図1に斜視図で示すように、アルミナ・チタンカーバイドなどで作られた非磁性基板10の上に、磁気抵抗効果型ヘッドと誘導型ヘッドが積層して設置されている。本発明はこの誘導型ヘッド部分に用いられている薄膜コイルの構成に関するものなので、本明細書においては「記録再生分離型磁気ヘッド」あるいはその「誘導型ヘッド」を指すものとして、「薄膜磁気ヘッド」という用語を用いる。

【0003】図1において、薄膜磁気ヘッドは非磁性基板10の上に、アルミナ12、下部シールド13、磁気抵抗効果素子14、上部シールドと下部磁極を兼ね備えた磁性膜15（以下「下部磁極」という）、上部磁極16を持つ。ここで下部シールド、磁気抵抗効果素子、上部シールド間を絶縁する絶縁膜は省略している。この下部磁極と上部磁極の間に、アルミナなどからなる非磁性薄膜を有しており、この非磁性薄膜を介して対向している両磁性膜の端部は、薄膜磁気ヘッドの磁極となっている。

【0004】前記の下部磁極と上部磁極の間に励磁コイルが巻回されている。励磁コイルとしては薄膜コイルが使用されており、上下部磁極とコイル間の電磁変換特性を確保するために通常このコイルの巻き数は15回程度である。上下部磁極の間でこのコイルの占める空間を小さくして、ヘッドのインダクタンスを小さくするために、薄膜コイルを多層、通常は2層に配置することが行われている。コイルとコイルの間およびコイルと磁極の間の絶縁のために、非磁性絶縁層がコイルを取り囲むように設けられている。

【0005】薄膜コイルおよび非磁性絶縁層を小さく、薄くすることができれば、これらを取り囲むように配置されている磁極を小さくすることができるので、薄膜磁気ヘッドを小さくすることができるとともに、それに伴いインダクタンスを小さくすることができ、より高周波での記録が可能となることが期待される。しかし、薄膜コイルの断面積を小さくすると必然的に抵抗が大きくなっていくので、抵抗の上昇を極力避ける必要がある。

【0006】薄膜磁気ヘッドの薄膜コイルは通常銅メッキによって作製される。下部磁極の上に積層して作られたアルミナなどからなる非磁性薄膜と絶縁樹脂層の上に、銅などの導電性材料をスパッタリングして、下地導電体膜を形成する。次に下地導電体膜の表面にレジスト膜を塗布し、所定の温度でバークを行う。そのレジスト膜の上にフォトマスクを位置決めして露光し、続いて現像及び水洗処理を施す。これにより、薄膜コイルの形に合ったレジストパターンが形成される。次に硫酸銅などのメッキ溶液を用いて薄膜コイルをメッキにて形成する。そして、レジスト膜を剥離した後、薄膜コイルの間の下地導電体膜をイオンミリングで除去し、薄膜コイルを完成する。この薄膜コイルの上にレジストを充填して、コイルを包みこむようにした上で、このレジストを $270^{\circ}\text{C}$ 前後の温度で加熱、硬化すると絶縁樹脂層が形成される。薄膜コイルを多層に形成するときには、この工程を繰り返す。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように形成された薄膜コイルは通常その幅高さともに $2.5\sim 4\mu\text{m}$ 、コイル間隔 $2\sim 4\mu\text{m}$ であるが、その平均結晶粒径は $1.1\sim 1.5\mu\text{m}$ と大きいものである。銅はバルクの状態での比抵抗は $1.724\mu\Omega\cdot\text{cm}$ と小さいものであるが、薄膜コイルの銅の結晶粒径がこのように大きいために、その比抵抗は $2\mu\Omega\cdot\text{cm}$ を超える大きいものになっている。このように比抵抗が大きくなるためにコイルの抵抗を小さくするためには薄膜コイルの断面積を大きくしなければならないという問題点があった。

【0008】また結晶粒径が粗いために、薄膜コイルの表面粗さが大きくなるとともに、メッキによって銅結晶が成長するときに、フォトレジスト膜を突き破って成長することがある。また、下地導電体膜とレジスト膜の間にもメッキ膜が回り込み層間短絡を起こしやすい。このような短絡を防ぐために、薄膜コイルの間および薄膜コイルの層間の絶縁樹脂層を厚くする必要があり、それに伴い上部磁極と下部磁極が大きくなっていた。

【0009】そこで本発明では、薄膜コイルの比抵抗を小さくするとともに、薄膜コイルの間および層間の絶縁樹脂層を小さくすることによって、時定数を小さくできて、より大きな周波数での書き込みが可能となる薄膜磁気ヘッドを提供することを目的とする。

## 50 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、下部磁極と上部磁極とこれらの磁極の間に巻回されている薄膜コイルとを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、薄膜コイルを構成している銅の結晶粒子の平均結晶粒径が $0.5\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。この平均結晶粒径が $0.2\mu\text{m}$ 以下であることは好ましいことである。また本発明の薄膜磁気ヘッドは、薄膜コイルの表面粗さが $15\text{nm}$ 以下であることが好適である。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の薄膜磁気ヘッドの実施態様について図面を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明の薄膜磁気ヘッドを一部断面にて示す斜視図で、図2は図1のA-A'断面図である。図3は本発明の薄膜磁気ヘッドの薄膜コイルの銅の結晶粒子の平均結晶粒径( $\mu\text{m}$ )と薄膜コイルの表面粗さ( $\text{nm}$ )との関係を示すグラフで、図4は本発明の薄膜磁気ヘッドの薄膜コイルの銅の結晶粒子の平均結晶粒径( $\mu\text{m}$ )と薄膜コイルの比抵抗( $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ )の関係を示すグラフで、図5、図6、図7は各々、メッキ電流密度( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )、メッキ溶液中の硫酸量( $\text{ml}/\text{l}$ )、メッキ溶液への光沢剤の添加量( $\text{ml}/\text{l}$ )と薄膜コイルの表面粗さ( $\text{nm}$ )との関係を示すグラフである。

【0012】図1および図2の薄膜磁気ヘッドにおいて、15、16は各々下部磁極および上部磁極であり、下部磁極15は絶縁層を介して磁気抵抗効果素子14と積層されている。下部磁極15の上面にはアルミナなどからなる非磁性薄膜18を有しており、下部磁極15と上部磁極16の端部151、161は非磁性薄膜18を介して対向しており、薄膜磁気ヘッドの書き込み磁極となっている。下部磁極15と上部磁極16とで磁路が構成されている。磁路の励磁用コイルとして、ここでは下部磁極15に近いところに下層の薄膜コイル41と、その上に上層の薄膜コイル42が並んでいて、これらのコイルは磁路を取り囲んで巻かれている。磁極間に設けられている非磁性薄膜18の延長された部分の上に、第一\*

硫酸銅五水和物( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )

硫酸

塩酸

を含む水溶液に、光沢剤を適量加えたものを用い、メッキ溶液温度 $20\sim 30^\circ\text{C}$ で、電流密度 $15\sim 30\text{mA}/\text{cm}^2$ として、 $5\sim 10$ 分間メッキを行い、銅の厚み $3\sim 4\mu\text{m}$ の薄膜コイルを得る。

【0015】薄膜コイルを構成している銅の結晶粒子の平均結晶粒径は、メッキ処理の際の電流密度、メッキ溶液への硫酸の添加量、光沢剤の添加量などを調節することによって、本発明のように微細なものとなることができ。

【0016】次に、レジスト膜を剥離した後、薄膜コイル41の間の下地導体膜をイオンミリングで除去して、下層の薄膜コイル41を完成する。下層の薄膜コイル41※50

\*の絶縁樹脂層21があり、その上に前記下層の薄膜コイル41が並べられている。この下層の薄膜コイル41は第二の絶縁樹脂層22で包み込まれている。次に、第二の絶縁樹脂層22の上面には上層の薄膜コイル42が設けられている。また上層の薄膜コイル42は、第三の絶縁樹脂層23によって包み込まれている。これらの非磁性薄膜18、第一、第二、第三の絶縁樹脂層21、22、23および上層と下層の薄膜コイル41、42とを覆うように上部磁極16が設けられている。

【0013】本発明の薄膜磁気ヘッドにおいては、薄膜コイル41、42を構成している銅の結晶粒子の平均結晶粒径が $0.5\mu\text{m}$ 以下である。好ましくは、平均結晶粒径が $0.2\mu\text{m}$ 以下となっている。このように銅の結晶粒子の平均結晶粒径を微細なものにしたので、薄膜コイルの比抵抗を $2\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下、好適な場合には $1.8\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下とバルクの場合の比抵抗にも匹敵するような値を得ることができた。また薄膜コイルの表面粗さも $15\text{nm}$ 以下とすることができ、薄膜コイルを小さな間隔で隣り合って並べた場合にも短絡の可能性を小さくできるようになった。なお、銅の結晶粒子の平均結晶粒径の測定は、銅コイルの組織を顕微鏡で観察し、その写真を撮る。ある長さの間にある結晶の数を数えて、その長さを結晶の数で除して出す。

【0014】本発明の薄膜磁気ヘッドに用いている薄膜コイルを形成するには通常のリソグラフィーの技術によって作ることができる。下層の薄膜コイル41を第一の絶縁樹脂層21の上にメッキにて形成するために、銅などの導電性材料をスパッタリングして、下地導体膜を形成する。次に下地導体膜の表面にフォトリソ膜を塗布し、所定の温度でバークを行う。このレジスト膜の上にフォトリソマスクを位置決めして露光し、続いて現像および水洗処理を施す。これにより、下層薄膜コイル41の形に合ったレジストパターンが形成される。次に硫酸銅などのメッキ溶液を用いて薄膜コイル41をメッキにて形成する。このメッキ溶液としては、例えば

40～80g/l

30～150ml/l

40～80ppm

※1の上にレジストを充填して、コイル41を包み込むようにした上で、このレジストを $270^\circ\text{C}$ 前後の温度で加熱、硬化して第二の絶縁樹脂層22を形成する。その上に、上に述べたプロセスを繰り返すことによって、上層の薄膜コイル42と第三の絶縁樹脂層23を形成する。

【0017】

【実施例】(実験1) 薄膜コイルを構成している銅の結晶粒子の大きさを種々に変えたものを作製した。メッキ条件は、硫酸銅五水和物 $75\text{g}/\text{l}$ 、硫酸 $120\text{ml}/\text{l}$ 、塩酸 $60\text{ppm}$ 、荏原ユーザライト社製の光沢剤キューブライトTH $1\text{ml}/\text{l}$ を中心組成とするメッキ溶液に添加物を増減するとともに、電流密度を $10\sim 40$

mA/cm<sup>2</sup>と変化させて、メッキ溶液温度を25℃で、銅厚み3μmとなるようにメッキ時間を変えた。ちなみに、20mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で7.1分のメッキ時間であった。

【0018】このようにして得た薄膜コイルの銅の結晶粒子の平均結晶粒径(μm)に対して、その表面粗さ(nm)の関係を示すのが図3である。平均結晶粒径が大きくなるに従って表面粗さが大きくなっており、従来のように平均結晶粒径が1.1~1.5μmとなると、表面粗さが30~90nmとなるので薄膜コイル間の短絡の恐れが大となることがわかる。反対に結晶粒径が0.5μm以下となると、表面粗さが15nm以下となっている。

【0019】次に、図3と同様に銅の結晶粒子の平均結晶粒径を0.15μmから1.7μmまで変えた場合の薄膜コイルの比抵抗を測定した結果を図4に示している。図4から明らかなように、平均結晶粒径が1.1~1.5μmとなると比抵抗が2.3~2.5μΩ-cmとなり、1.0μmでも2.2μΩ-cmなので、バルクの比抵抗1.724μΩ-cmに比して約28%も大きな値となっている。反対に結晶粒径が0.5μm以下となると2μΩ-cm未満となって、0.2μmとなると1.75μΩ-cm程度とバルクの比抵抗に近くなっている。

【0020】メッキ電流密度、メッキ溶液への硫酸の添加量、光沢剤の添加量を変えることによって表面粗さの変わることを各々図5、図6、図7に示している。図3に示しているように、表面粗さは平均結晶粒径と一義的に関係しているものであるから、メッキ電流密度、硫酸の添加量、光沢剤の添加量によって銅の平均結晶粒径を変えることができることがわかる。この実験結果に基づいて、本発明の薄膜磁気ヘッドのように微細な結晶粒子を持った薄膜コイルを作ることができることは明らかであろう。

【0021】(実験2)実験1で用いた中心組成を持ったメッキ溶液を用い、メッキ幅2.5μm、コイルピッチ4.5μm、コイル厚さ3μm、巻き数15回の薄膜コイルを持った5000個の薄膜磁気ヘッドを作製した。

【0022】その結果、薄膜コイルの銅の平均結晶粒径は0.2μm以下、表面粗さは15nm以下であった。コイルの層間短絡による不良、メッキ下地膜とレジストの間へのメッキ膜の回り込み不良はゼロであった。

【0023】(実験3)光沢剤の量を0.5ml/lと下げた以外は実験2で用いたメッキ溶液と同一のものをを用いて、実験2と同様に薄膜磁気ヘッドを作製した。

【0024】その結果、薄膜コイルの銅の平均結晶粒径は1.3μm、表面粗さは43nmであった。また、コ

イルの層間短絡による不良は5000個中283個(5.66%)、メッキ下地膜とレジストの間へのメッキ膜の回り込み不良は98個(1.96%)であった。

【0025】

【発明の効果】本発明の薄膜磁気ヘッドにおいては、薄膜コイルを構成している銅の結晶粒子の平均結晶粒径を微細なものにしたので、薄膜コイルの比抵抗を2μΩ-cm以下、好適な場合には1.8μΩ-cm以下とバルクの場合の比抵抗にも匹敵するような値を得ることができた。また薄膜コイルの表面粗さも15nm以下とすることができ、薄膜コイルを小さな間隔で隣り合せて並べた場合にも短絡の可能性を小さくできるようになった。その結果、薄膜ヘッドの時定数も小さなものとすることができるようになったので、より高周波での書き込みもできるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の薄膜磁気ヘッドを一部断面にて示す斜視図である。

【図2】本発明の薄膜磁気ヘッドに関して、図1のA-A'断面図である。

【図3】本発明の薄膜磁気ヘッドの薄膜コイルの銅の結晶粒子の平均結晶粒径(μm)と薄膜コイルの表面粗さ(nm)との関係を示すグラフである。

【図4】本発明の薄膜磁気ヘッドの薄膜コイルの銅の結晶粒子の平均結晶粒径(μm)と薄膜コイルの比抵抗(μΩ-cm)の関係を示すグラフである。

【図5】メッキ電流密度(mA/cm<sup>2</sup>)と薄膜コイルの表面粗さ(nm)との関係を示すグラフである。

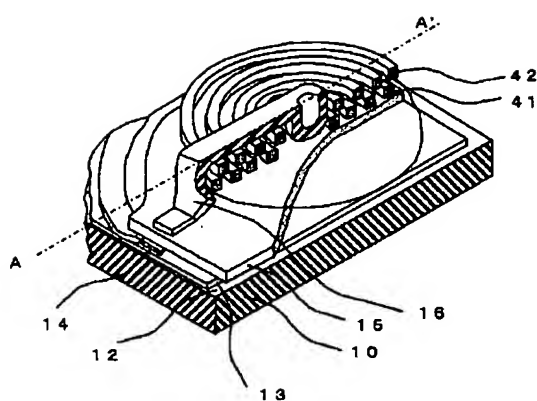
【図6】メッキ溶液中の硫酸量(ml/l)と薄膜コイルの表面粗さ(nm)との関係を示すグラフである。

【図7】メッキ溶液への光沢剤の添加量(ml/l)と薄膜コイルの表面粗さ(nm)との関係を示すグラフである。

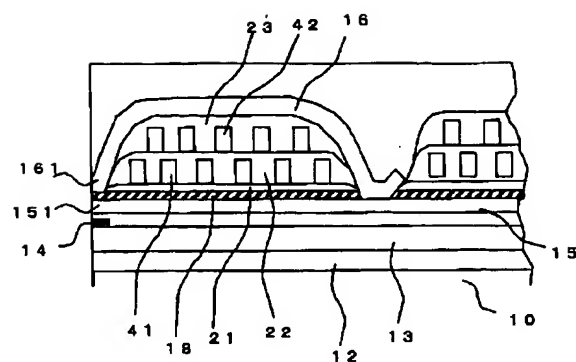
【符号の説明】

- 10 非磁性基板
- 12 アルミナ
- 13 下部シールド
- 14 磁気抵抗効果素子
- 15 下部磁極
- 16 上部磁極
- 151、161 端部
- 18 非磁性薄膜
- 21 第一の絶縁樹脂層
- 22 第二の絶縁樹脂層
- 23 第三の絶縁樹脂層
- 41 下層の薄膜コイル
- 42 上層の薄膜コイル

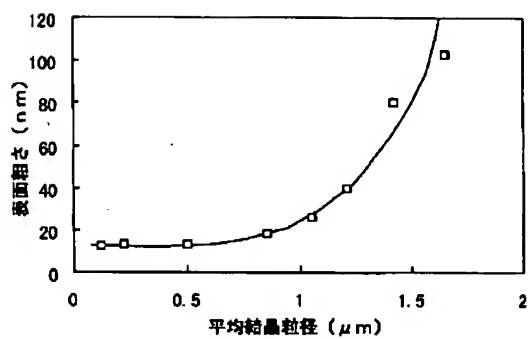
【図1】



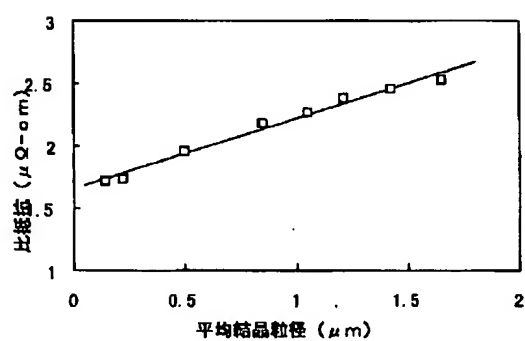
【図2】



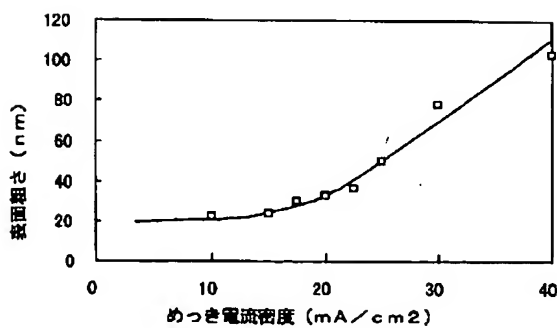
【図3】



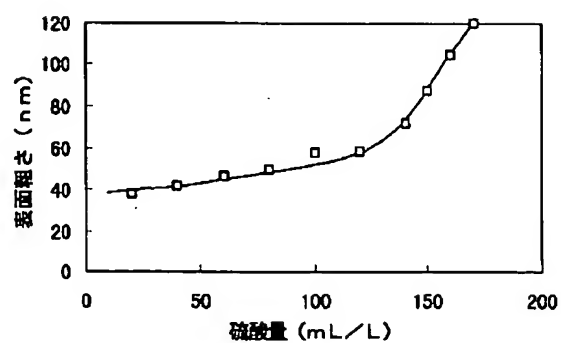
【図4】



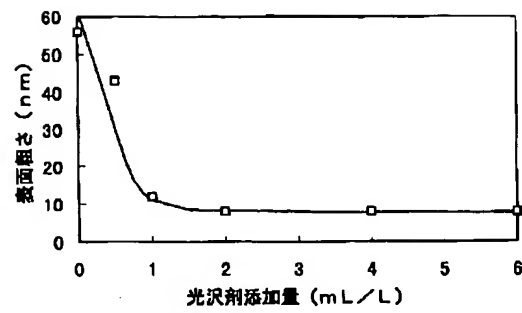
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 佐々木 岳夫  
東京都千代田区丸の内二丁目1番2号 日  
立金属株式会社内

Fターム(参考) 5D033 BA07 BA31 DA31